

1.3 协议与体系结构

- ❖ 网络体系结构提出的背景——计算机网络的复杂性、异质性
 - ☞ 不同的通信介质——有线、无线、……
 - ☞ 不同种类的设备——主机、路由器、交换机、复用设备、……
 - ☞ 不同的操作系统——Unix、Windows、……
 - ☞ 不同的软/硬件、接口和通信约定（协议）
 - ☞ 不同的应用环境——固定、移动、……
 - ☞ 不同种类业务——分时、交互、实时、……
 - ☞ 宝贵的投资和积累——有形、无形、……
 - ☞ 用户业务的延续性——不允许出现大的跌宕起伏

13

协议的定义

❖ 通信协议：

☞ 计算机之间

☞ 网络中所有的通信活动都是由协议所控制

协议：

定义网络实体间发送和接收报文的格式、顺序以及当传送和接收消息时应采取的行动。（语义、语法和时序）

14

通信协议的三要素

❖ 语义

- ☞ 对协议中各协议元素的含义的解释，例如：
 - ❖ 在HDLC协议中，标志Flag(7EH)表示报文的开始和结束
 - ❖ 在BSC协议中，SOH(01H)表示报文的开始，STX(02H)表示报文正文的开始，ETX(03H)表示报文正文的结束

❖ 语法

- ☞ 协议元素与数据的组合格式，即报文格式。例如：

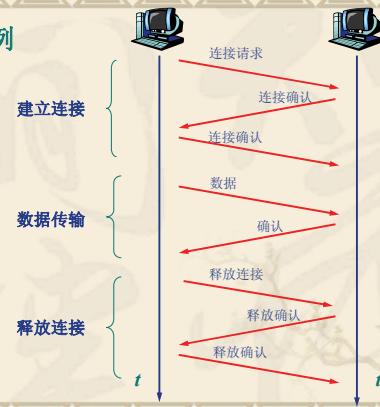
HDLC	Flag	Address	Ctrl	Data	FCSS	Flag
BSC	SOH	HEAD	STX	TEXT	ETX	BCC

❖ 时序

- ☞ 通信过程中，通信双方操作的执行顺序和规则

15

❖ 时序例



16

网络体系结构

- ❖ 计算机网络中也采用了分层方法。——把复杂的问题划分为若干个较小的、单一的局部问题，在不同层上予以解决。
- ❖ 网络的层次结构方法要解决的问题：
 - ☞ 网络应该具有哪些层次？每一层的功能是什么？（分层与功能）
 - ☞ 各层之间的关系是怎样的？它们如何进行交互？（服务与接口）
 - ☞ 通信双方的数据传输要遵循哪些规则？（协议）

17

层次结构方法的优点

❖ 独立性强——耦合程度低

- ☞ 上层只需了解下层通过层间接口提供什么服务——黑箱方法。

❖ 适应性强

- ☞ 只要服务和接口不变，每层的实现方法可任意改变。

❖ 易于实现和维护

- ☞ 把复杂的系统分解成若干个涉及范围小、功能简单的子单元：

- ❖ 使系统的结构清晰，实现、调试和维护变得简单和容易。
- ❖ 使设计人员能专心设计和开发所关心的功能模块。

18

层次化方法在其它领域的应用

◆ 程序设计

☞ 把一个大的程序分解为若干个层次的小模块来实现，如操作系统。

◆ 邮政系统

☞ 邮递员、邮政分局、邮政总局、邮政运输

◆ 物流系统

◆ . . .

19

网络体系结构的定义

◆ 网络体系结构：

☞ 把计算机互连的功能划分成层次，并规定同层间通信的协议以及邻层间的接口和服务。层、协议和层间接口的集合被称为**计算机网络体系结构**。

☞ 换句话说：体系结构包括三个内容：分层结构与每层的功能，服务与层间接口，协议。

20

◆ 网络体系结构中：

☞ 每层可能会有若干个协议
☞ 一个协议只属于一个层次

◆ 协议可以由软件或硬件来实现：

☞ 网络通信协议软件、网络驱动程序
☞ 网络硬件

◆ 常用协议组：

☞ TCP/IP (Windows、Unix、Linux、...)
☞ NetBEUI (Windows)
☞ IPX/SPX (NetWare、Windows)

21

◆ 最早的网络体系结构源于IBM的SNA：

☞ 其它的网络体系结构还有DEC的DECNET等

◆ 由国际化标准组织ISO制定的网络体系结构国际标准是OSI/RM；

◆ 实际中应用最广泛的是TCP/IP体系结构

☞ 事实上的 (de facto) 标准

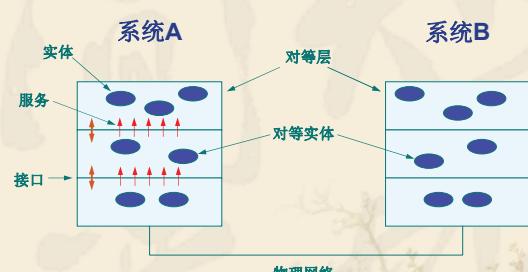
22

开放系统互连参考模型ISO/OSI(RM)

■ 基本概念：

- ◆ (N)实体：任何可以发送或接收信息的硬件/软件进程。
- ◆ 对等层：两个不同系统的同级层次。
- ◆ 对等实体：分别位于不同系统对等层中的两个实体
- ◆ (N)服务：某一层及其以下各层的一种能力，通过接口提供给其相邻上层。
- ◆ (N)协议：通信双方在通信中必须遵守的规则。

23



24

开放系统互连参考模型ISO/OSI(RM)

■ 基本概念:

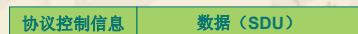
- ❖ (N)服务访问点;
- ❖ (N)服务连接点;
- ❖ 服务原语:
request, indication, response, confirm.
- ❖ (N)连接;

25

PDU与SDU

- ❖ 网络体系结构中，对等层之间交换的信息报文统称为协议数据单元（Protocol Data Unit, PDU）。
- ❖ 传输层及以下各层的PDU另外还有各自特定的名称：
 - ☞ 传输层——段（Segment）
 - ☞ 网络层——分组/包（Packet）
 - ☞ 数据链路层——帧（Frame）
 - ☞ 物理层——比特（Bit）

- ❖ PDU由协议控制信息（协议头）和数据（SDU）组成：

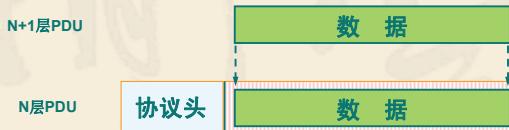


- ❖ 协议头部中含有完成数据传输所需的控制信息：

☞ 地址、序号、长度、分段标志、差错控制信息、...

26

- ❖ 下层把上层的PDU作为本层的数据加以封装，然后加入本层的协议头部（和尾部）形成本层的PDU。
☞ 封装：就是在数据前面加上特定的协议头部。



- ❖ 因此，数据在源站自上而下递交的过程实际上就是不断封装的过程。到达目的地后自下而上递交的过程就是不断拆封的过程。——类比：发送信件
☞ 数据在传输时，其外面实际上要被包封多层“信封”。

27

数据多层封装

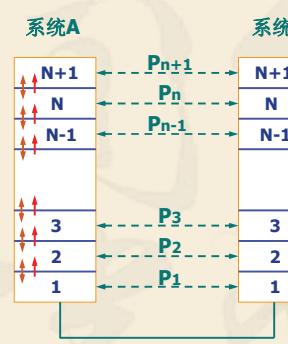


28

- ❖ 在目的站，某一层只能识别由源站对等层封装的“信封”，而对于被封装在“信封”内部的“数据”仅仅是拆封后将其提交给上层，本层不作任何处理。
☞ 每一层只处理本层的协议头部！

29

网络分层体系结构



- 网络中的任何一个系统都是按照层次结构来组织的
- 同一网络中，任意两个端系统必须具有相同的层次
- 每层使用其下层提供的服务，并向其上层提供服务
- 通信只在对等层间进行（间接的、逻辑的、虚拟的），非对等层之间不能互相“通信”
- 实际的物理通信只在最底层完成
- Pn：第n层协议，即第n层对等实体间通信时必须遵循的规则或约定

30

对等层通信的实质

- 网络分层体系结构原理**禁止**不同主机的对等层之间进行**直接通信**。
- 实际上，每一层必须依靠下层提供的服务来与另一台主机的对等层通信。
 - 上层**使用**下层提供的服务——**Service user**；
 - 下层**向上层提供**服务——**Service provider**。
 - 第n+1层是第n层的服务用户，第n-1层是第n层的服务提供者
 - 第n层的服务也依赖于第n-1层以及以下各层的服务

31

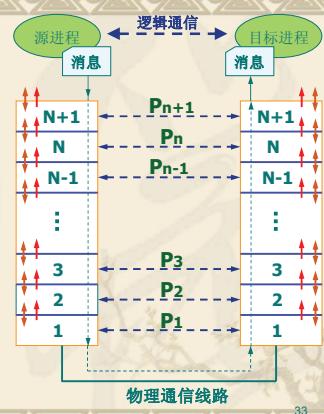
对等层通信的实质



- 对等层实体之间实现的是**虚拟的逻辑通信**；
- 下层向上层提供服务；
- 上层依赖下层提供的服务来与其它主机上的对等层通信；
- 实际通信在最底层完成。

32

- 源进程传递消息到目标进程的过程：
 - 消息送到源系统的最高层；
 - 从最高层开始，自上而下逐层**封装**；
 - 经物理线路传输到目标系统；
 - 目标系统将收到的信息自下而上逐层处理并**拆封**；
 - 由最高层将消息提交给目标进程。



33

层操作元素

- 差错控制
 - 使对等层的通信更加可靠
- 流量控制
 - 控制发送端的速率，使接收端能来得及接收
- 分段和合段，分块与合块
 - 发送端将数据块分成更小的单位，并在接收端重新组合
- 复用和分流
 - 多个高层的对等层通信会话复用一条低层连接
- 令牌
- 保序

34

OSI/RM的七层结构

- OSI/RM的体系结构分为**7层**

7	应用层Application	为网络应用提供服务
6	表示层Presentation	数据表示
5	会话层Session	在用户间建立会话关系
4	传输层Transport	不同主机进程间的通信
3	网络层Network	在主机间传输分组
2	数据链路层Data Link	在节点间可靠地传输帧
1	物理层Physical	位流的透明传输

35

各层功能的概述

- 物理层 (physical layer)**
 - 任务：在物理媒体(介质)上**正确地、透明地**传送比特流。
 - 协议(标准)：规定了物理接口的各种特性：
 - 功能：建立和拆除物理连接、位流传输、管理
 - 例：**RS-232、RS-449、V.24、V.35、G.703/G.704**
 - Note：传输媒体并不属于物理层

36

◆ 数据链路层 (data link layer)

任务：在两个相邻节点间可靠地传输数据，使之对网络层呈现为一条无错的链路。

功能与服务：

- ◆ 建立与拆除数据链路连接
- ◆ 组帧：帧封装，按顺序传送，处理返回的确认帧；
- ◆ 定界与同步：产生/识别帧边界；
- ◆ 差错检测/恢复：可靠的传输，CRC, ARQ；
- ◆ 流量控制：抑止发送方的传输速率，使接收方来得及接收。
- ◆ 共享信道问题：解决共享介质访问时的冲突碰撞问题。

37

◆ 网络层 (network layer)

任务：选择合适的路由，把分组从源端传送到目的端。

功能与服务：

- ◆ 在源端与目的端之间建立、维护、终止网络的连接
- ◆ 分段和合段：大数据块分段，小数据块组合
- ◆ 路由选择和分组中转

IP协议[RFC 791]：

- ◆ 提供无连接的数据报服务

38

◆ 路由选择

如何在多条通信路径中找一条最佳路径？

依据：速度，距离(步跳数)，价格，拥塞程度

路由器——路由表建立与维护

静态：人工设置，只适用于小型网络

动态：运行过程中根据网络情况自动地动态维护

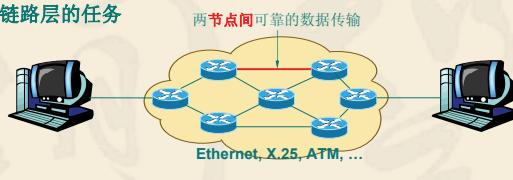
路由算法——建立与维护路由表的方法

距离向量算法：RIP、CGP等

链路状态算法：OSPF等

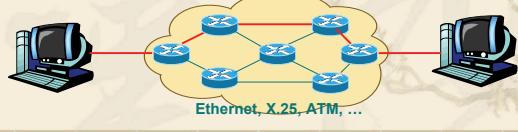
39

链路层的任务



网络层的任务

沿两端点间的最佳路由传输数据
(主机间的逻辑通信)



40

◆ 传输层 (transport layer)

任务：在源端与目的端之间提供可靠的透明数据传输，使上层服务用户不必关心通信子网的实现细节。

传输层的特点

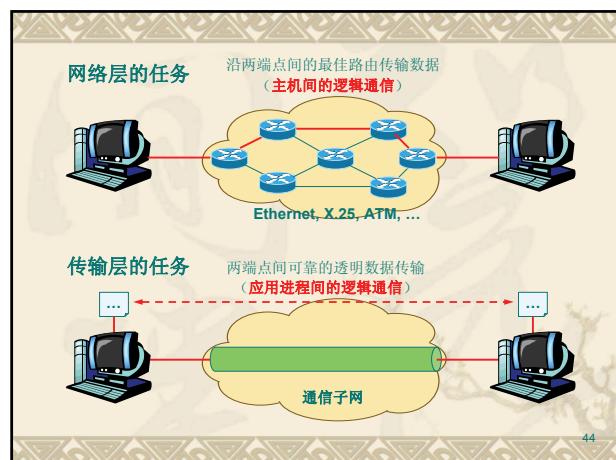
- ◆ 以上各层：面向应用，本层及以下各层：面向传输；
- ◆ 只存在于端主机中；
- ◆ 实现源主机到目的主机“端到端”的连接；

41

功能：

- ◆ 多路复用与分流：
 - ◆ 多个传输连接共用一条网络连接；
 - ◆ 一条传输连接使用多个网络连接；
- ◆ 进行数据分段并在目的端重新组装；
- ◆ 传输连接的建立与释放；
- ◆ 提供“面向连接”和“无连接”两种服务：
 - ◆ TCP/IP协议：TCP和UDP
- ◆ 流量控制，防止数据传输过载。

42



- 会话层（Session layer）
负责数传之前的沟通，目的是建立传输时所遵循的规则：如双工模式、传输参数等。
- 表示层（Presentation layer）
协调数据的表示形式：如内码转换、压缩解压、加密解密等。

45

- 应用层（application layer）
 - 任务：为用户的应用进程提供网络通信服务。
 - 功能：
 - 提供各种不同的应用协议以满足应用进程的需求；
 - 为用户提供服务，唯一面向用户的层次。
 - 应用层协议的例子：
 - OSI:
 - VTP, MHS, FTAM, DS, ...
 - TCP/IP:
 - Telnet, SMTP, FTP, DNS, HTTP, ...

46

TCP/IP体系结构

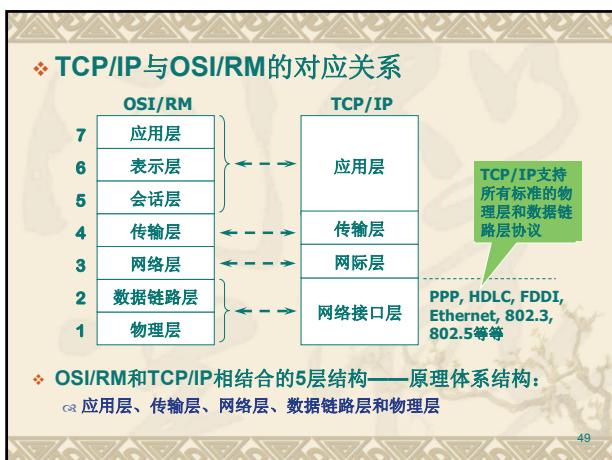
- TCP/IP不是一个单个的协议，而是由数十个具有层次结构的协议组成的一个协议集。
 - TCP和IP是该协议集中的两个最重要的核心协议。
- TCP/IP是Internet上的标准通信协议集。
- TCP/IP以“请求注释”（RFC）文档发布：
 - TCP [RFC 768], UDP [RFC793]
 - IP [RFC 791]
 - DNS [RFC 1034, 1035], FTP [RFC 959, 1635]

47

- TCP/IP体系结构分为4层：**

application
transport
internet
network interface
data link
physical
- 注：TCP/IP体系结构有时也采用5层表示方法，即用数据链路层和物理层代替网络接口层。

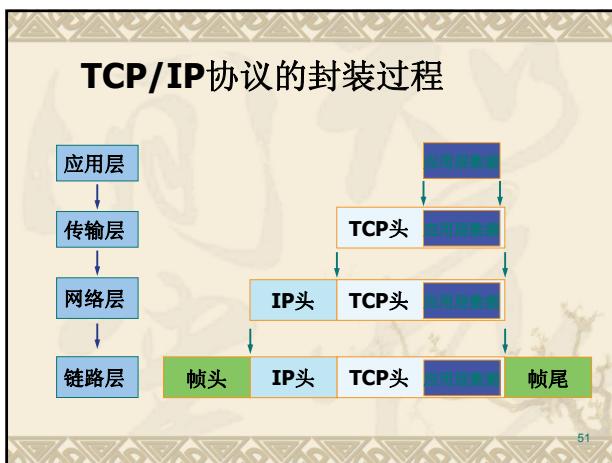
48



49



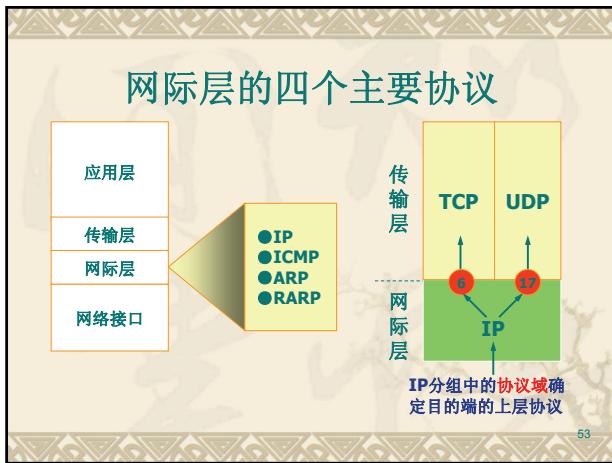
50



51



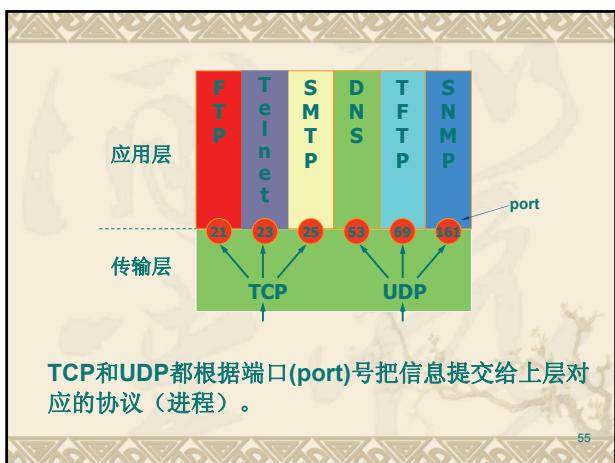
52



53



54



55



56



57



58



59



60

本章要点小结

- ❖ 网络体系结构: **分层+协议+接口与服务**
- ❖ 网络体系结构的层次模型:
- ❖ 网络体系结构的一些基本概念
 - ☞ 实体、协议、协议数据单元、封装、服务以及它们之间的关系
- ❖ 对等层通信的实质:
 - ☞ 信息是如何在端到端之间传输的?
- ❖ 协议的三要素: **语义、语法、时序**
- ❖ 网络体系结构主要层次的功能:
 - ☞ **应用层、传输层、网络层、数据链路层和物理层**

61